

**STUDI PROSES PEMBUATAN GAMELAN BERBAHAN
PERUNGGU (Cu-Sn) JENIS SARON PADA NADA 5 (ma)
DENGAN METODE KUANTITATIF YANG MENGGUNAKAN
MEDIA PENDINGIN AIR, OLI, DAN UDARA TERHADAP
NILAI KEKERASAN, NILAI KEKASARAN PERMUKAAN,
STRUKTUR MIKRO DAN KOMPOSISI KIMIA.**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

Taufiq Nurrokhim

D 200 217 293

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI PROSES PEMBUATAN GAMELAN BERBAHAN
PERUNGGU (Cu-Sn) JENIS SARON PADA NADA 5 (ma)
DENGAN METODE KUANTITATIF YANG MENGGUNAKAN
MEDIA PENDINGIN AIR, OLI, DAN UDARA TERHADAP
NILAI KEKERASAN, NILAI KEKASARAN PERMUKAAN,
STRUKTUR MIKRO DAN KOMPOSISI KIMIA.**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

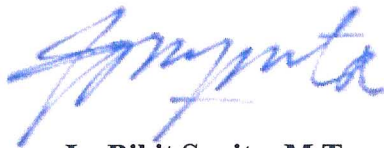
TAUFIQ NURROKHIM

D 200 217 293

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, M.T.

NIDN.0616106001

HALAMAN PENGESAHAN


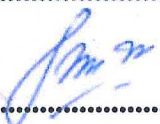

**STUDI PROSES PEMBUATAN GAMELAN BERBAHAN
PERUNGGU (Cu-Sn) JENIS SARON PADA NADA 5 (ma)
DENGAN METODE KUANTITATIF YANG MENGGUNAKAN
MEDIA PENDINGIN AIR, OLI, DAN UDARA TERHADAP
NILAI KEKERASAN, NILAI KEKASARAN PERMUKAAN,
STRUKTUR MIKRO DAN KOMPOSISI KIMIA.**

TAUFIQ NURROKHIM

D 200 217 293

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 9 Agustus 2021
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

- | | |
|---|--|
| 1. Ir. Bibit Sugito, M.T.
(Ketua Dewan Penguji) | 
(.....) |
| 2. Ir. Pramuko Ilmu Purboputo, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji) | 
(.....) |
| 3. Kholqillah Ardhian Ilman, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji) | 
(.....) |



Dekan

Reza Fatoni, S.T M.Sc., Ph.D.

NIK.0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesajarnaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataa saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 Agustus 2021

Penulis



Taufiq Nurrokhim

D 200 217 293

**STUDI PROSES PEMBUATAN GAMELAN BERBAHAN PERUNGGU
(Cu-Sn) JENIS SARON PADA NADA 5 (ma) DENGAN METODE
KUANTITATIF YANG MENGGUNAKAN MEDIA PENDINGIN AIR,
OLI, DAN UDARA TERHADAP NILAI KEKERASAN, NILAI
KEKASARAN PERMUKAAN, STRUKTUR MIKRO DAN KOMPOSISI
KIMIA.**

Abstrak

Saron merupakan alat musik tradisional Jawa yang berbentuk bilah yang terbuat dari perunggu yaitu paduan tembaga (Cu) dan timah (Sn), dengan perbandingan paduan tiga banding sepuluh dimana 23% timah (Sn) dan 77% tembaga (Cu) dengan proses penempaan manual dan proses pendinginan cepat (quenching). Pada umumnya proses pendinginan menggunakan media pendingin air. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai kekerasan dan kekasaran dari bilah saron nada 5 (ma) dari tiga metode pendinginan (quenching) yaitu menggunakan air, oli, dan suhu ruangan. Dan untuk mengetahui nilai struktur mikro serta kandungan komposisi dari bilah saron nada 5 (ma) tersebut. Dari hasil pengujian nilai kekerasan terdapat perbedaan antara media pendingin air, oli, dan udara. Dimana nilai kekerasan dengan media pendingin air 186 kgf/mm², oli sebesar 214 kgf/mm² dan udara sebesar 200 kgf/mm². Dari hasil pengujian kekasaran permukaan di dapat hasil sebagai berikut, untuk nilai kekasaran bilah saron dengan menggunakan media pendingin air memiliki nilai kekasaran 0,3017 μ m, untuk media pendingin oli 0,3579 μ m, dan untuk media pendingin udara memiliki nilai 0,6732 μ m. Hasil pengujian struktur mikro terdapat perbedaan untuk struktu tembaga (Cu). Dan hasil pengujian komposisi kimia terdapat perbedaan presentase komposisi tembaga (Cu) dan timah (Sn), dimana untuk media pendingin air kandungan Cu sebesar 77,20 % dan Sn 22,57 %, untuk media pendingin oli kandungan Cu 77,75 % dan Sn 22,06 %, untuk media pendingin udara kandungan Cu 76,71 % dan Sn 23,04 %.

Kata Kunci : Saron, Perunggu, Oli, Udara, Kekasaran, Brinell, Struktur Mikro.

Abstract

Saron is a traditional Javanese musical instrument in the form of blades made of bronze, namely an alloy of copper (Cu) and tin (Sn), with an alloy ratio of three to ten where 23% tin (Sn) and 77% copper (Cu) with manual forging processes and quenching process. In general, the cooling process uses water cooling media. This study aims to compare the hardness and roughness values of the saron tone 5 (ma) blade from three quenching methods, namely using water, oil, and room temperature. And to find out the value of the microstructure and the compositional content of the 5 (ma) saron blade. From the results of the hardness test, there are differences between water, oil, and air cooling media. Where the hardness value with water cooling media is 186 kgf/mm², oil is 214 kgf/mm² and air is 200 kgf/mm². From the results of the surface roughness test, the following results are

obtained, for the roughness value of saron blades using water cooling media has a roughness value of 0.3017 m, for oil cooling media 0.3579 m, and for air cooling media has a value of 0.6732 m. The results of the microstructure test have differences for the copper (Cu) structure. And the results of the chemical composition test there are differences in the percentage of copper (Cu) and tin (Sn) compositions, where for water cooling media the content of Cu is 77.20 % and Sn is 22.57 %, for oil cooling media the content of Cu is 77.75 % and Sn. 22.06%, for the air cooling media the content of Cu is 76.71% and Sn is 23.04%.

Keywords: Saron, Bronze, Oil, Air, Roughness, Brinell, Microstructure.

1. PENDAHULUAN

Tembaga (Cu) merupakan unsur kimia logam yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol di dalam tabel periodik. Tembaga murni memiliki sifatnya halus dan lunak dalam bentuk unsur logam memiliki warna kemerah-merahan dan merupakan konduktor panas dan listrik yang baik, selain itu tembaga memiliki korosi yang cepat sekali. Dalam bidang industri sebagian besar pemakaian tembaga dipakai sebagai kawat atau bahan sebagai penukar panas dalam pemanfaatan hantaran listrik dan panasnya yang baik. (surdia 1999). *Perunggu (Tin bronze)* dengan komposisi 80%Cu-20%Sn umumnya digunakan untuk bahan instrumen musik salah satunya untuk pembuatan gamelan, karena paduan ini memiliki sifat mekanis yang baik, stabil dalam kondisi temperatur ruang, sifat akustik yang baik yaitu dapat menghasilkan suara yang panjang (*low damping vibration*) (Lisovskii, dkk.,2007 dan Hosford, 2005). Tembaga murni untuk keperluan industri dicairkan dari tembaga kemudian di proses dengan elektrolisa, sehingga dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam berdasarkan kadar oksigen dan cara deoksidasi, yaitu tembaga ulet, tembaga deoksidasi, dan tembaga bebas (Surdia, 1999). Suatu unsur yaitu tembaga membentuk larutan padat dengan unsur logam yang lainnya dalam area yang luas, dan dipergunakan untuk berbagai keperluan di bidang industri. Campuran untuk coran hampir semua mempunyai komposisi kimia yang sama akan tetapi untuk memperbaiki mampu coranya dan mampu mesinnya memiliki komposisi kimia yang berbeda dalam beberapa kopolimer. Tabel di bawah menunjukkan paduan tembaga utama untuk sebuah pembuatan proses pembentukan.

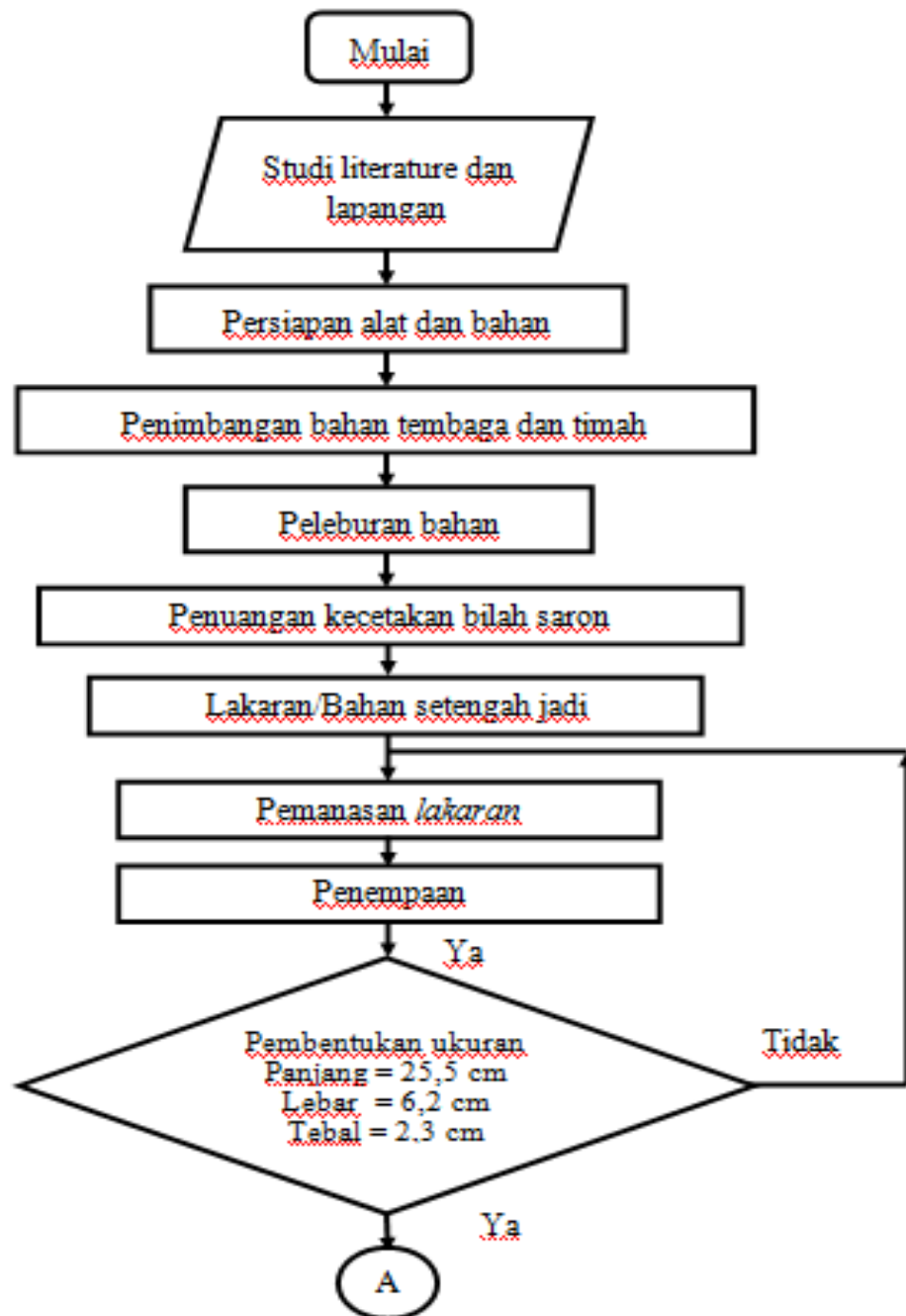
Timah atau timah putih merupakan sebuah unsur kimia yang terdapat dalam tabel periodik memiliki simbol Sn (*Stannum*), nomor atom 50. Unsur timah tergolong dalam logam miskin (logam post-transisi) yang mempunyai sifat lunak, tidak mudah teroksidasi sehingga tahan karat.

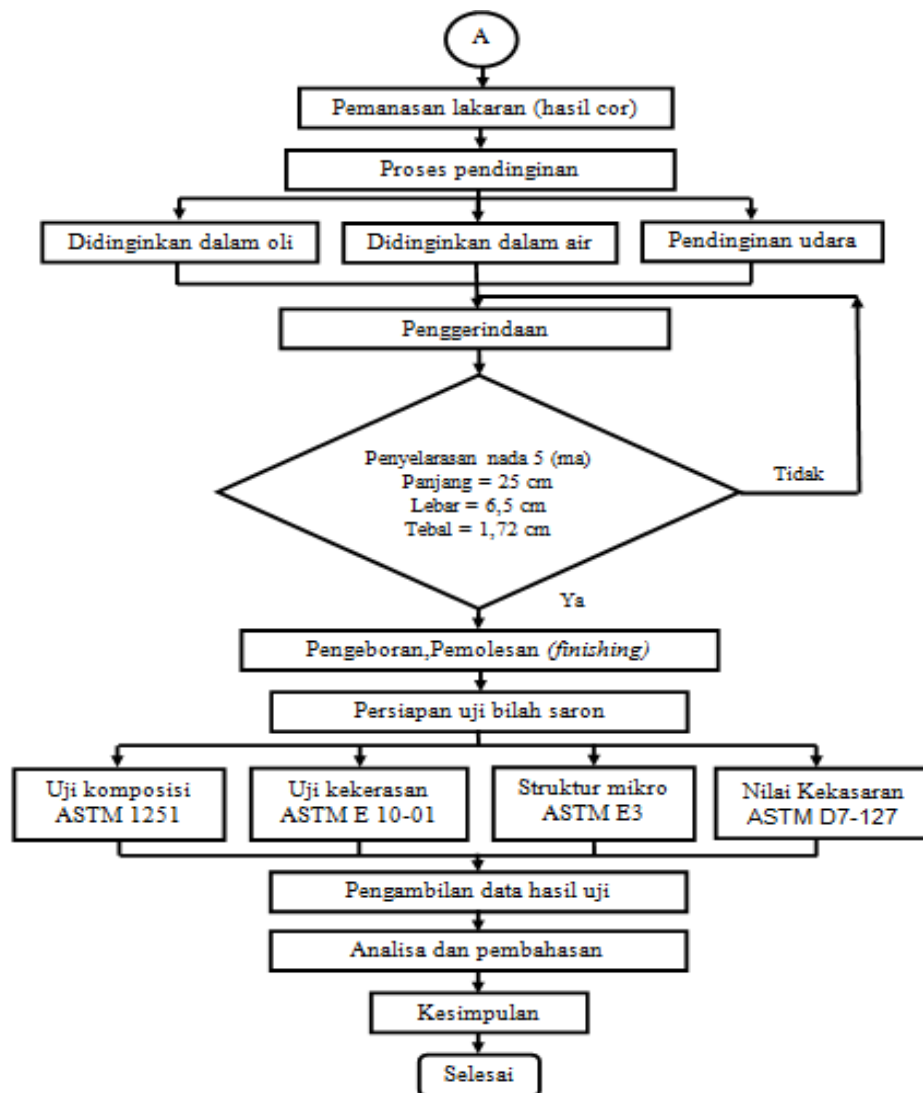
Suatu unsur yaitu tembaga membentuk larutan padat dengan unsur logam yang lainnya dalam area yang luas, dan dipergunakan untuk berbagai keperluan di bidang industri. Campuran untuk coran hampir semua mempunyai komposisi kimia yang sama akan tetapi untuk memperbaiki mampu coranya dan mampu mesinnya memiliki komposisi kimia yang berbeda dalam beberapa komponen. Perunggu merupakan paduan antara tembaga (Cu) dengan timah (Sn) sebagai paduan utama. Paduan ini dikenal sejak lama oleh peradaban manusia. *High tin bronze* merupakan paduan perunggu dengan komposisi 18%-22% wt Sn (Scotts, 1991). Karakteristik paduan tembaga dengan timah mudah dicor dan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi, ketahanan terhadap aus, memiliki *damping capacity* yang rendah, maupun ketahanan terhadap korosi. Perunggu memiliki sifat *damping* yang rendah sehingga mampu bergetar lebih lama.

Paduan perunggu dengan timah banyak digunakan berbagai komponen mesin, bantalan, pegas, dan coran artistik (Surdia, 1999). Bahan gamelan terbuat dari perunggu, paduan antara tembaga dengan timah yang memiliki *damping capacity* rendah. Pada diagram fasa Cu-Sn, dimana pada diagram tersebut ada delapan fasa yaitu α , β , γ , η , δ , ϵ , ξ , dan fasa Sn. Fasa α merupakan struktur FCC (*Face Cubic Centered*) pada temperatur 520°C larut 15,8%Sn, dan apabila temperatur diturunkan batas kelarutan padatnya juga menurun, sehingga akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk mengendapkan fasa Sn, oleh karena itu tidak perlu memperhatikan perubahan batas kelarutan padat. Selanjutnya komposisi dari paduan praktisnya adalah 4-12%Sn, oleh karena itu hampir tidak perlu memperhatikan fasa-fasa di daerah paduan tinggi

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian





Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2. Bahan Dan Alat Penelitian

2.2.1. Bahan



a



b

Gambar 2. (a) Tembaga, (b) Timah

2.2.2. Alat Penelitian



Gambar 3. Surface Roughness Tester



Gambar 4. Spectrometer



Gambar 5. Alat uji kekerasan



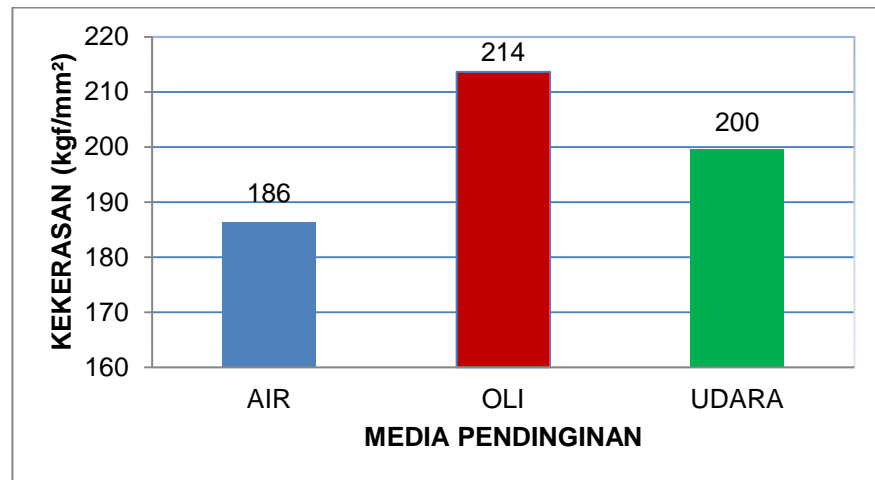
Gambar 6. Alat foto struktur mikro

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Kekerasan Brinell

Tabel 1. Data Hasil Kekerasan Brinell

No	Media Pendingin	Kekerasan Brinell (kgf/mm ²)			Kekerasan Rata-rata (kgf/mm ²)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	Air	164	191	204	186
2	Oli	197	211	233	214
3	Udara	191	204	204	200



Gambar 7. Diagram Kekerasan Brinell

3.1.1. Pembahasan Pengujian Kekerasan Brinell

Hasil dari ketiga spesimen didapatkan nilai rata-rata dari hasil pengujian menggunakan metode kekerasan Brinell. Dapat dilihat bahwa nilai kekerasan dari media pendinginan air, oli, dan udara didapat bahwa pada media pendinginan oli sebesar 214 (kgf/mm²) lebih besar dari pendinginan air sebesar 186 (kgf/mm²) dan pendinginan udara sebesar 200 (kgf/mm²). Hal ini menjelaskan bahwa pendinginan oli lebih keras dibandingkan pendinginan air dan pendinginan udara. Paduan tembaga dengan timah jika didinginkan secara cepat dari larutan padat yang homogen pada temperatur tinggi dan kemudian dituangkan pada temperatur yang cocok, maka akan terjadi pengerasan oleh adanya fasa presipitasi yang halus (Surdia, 1999). Gambar 8 diatas menunjukkan bahwa nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada bilah saron noda 5 (*ma*) yang telah di *finishing* dengan menggunakan media pendinginan Oli.

3.2. Pengujian Komposisi Kimia

Tabel 2. Data Hasil Uji Komposisi Kimia

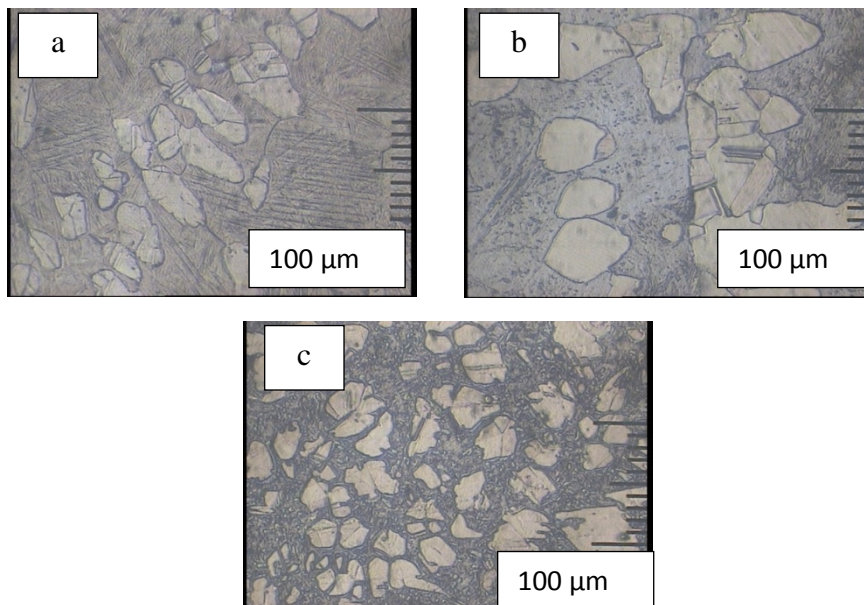
No	Unsur	SAMPEL UJI MEDIA PENDINGINAN		
		Media Air (wt %)	Media Oli (wt %)	Media Udara (wt %)

1.	Tembaga (Cu)	77,20	77,75	76,71
2.	Timah (Sn)	22,57	22,06	23,04
3.	Antimon (Sb)	0.073	0.060	0.079
4.	Timbal (Pb)	0.050	0.050	0.050
5.	Krom (Cr)	0.028	0.034	0.038
6.	Sulfur (S)	0.026	0.027	0.024
7.	Arsenik (As)	0.024	0.018	0.027
8.	Pospor (P)	0.020	0.0100	0.017
9.	Mangan (Mn)	0.0100	0.0100	0.0100
10.	Besi (Fe)	0.0050	0.0050	0.0050
11.	Nikel (Ni)	0.0100	0.0100	0.0100
12.	Silikon (Si)	0.0050	0.0050	0.0050
13.	Alumunium (Al)	0.0100	0.0100	0.0100
14.	Bismut (Bi)	0.0100	0.0100	0.0100
15.	Selenium (Se)	0.0100	0.0100	0.011
16.	Seng (Zn)	0.0100	0.0100	0.0100

3.2.1. Pembahasan Pengujian Komposisi Kimia

Berdasarkan hasil pengujian komposisi kimia bilah saron pada 5 (*ma*) pada tabel 2 diketahui bahwa batas komposisi paduan tembaga dan timah untuk bilah saron pada 5 (*ma*) pada komposisi tembaga pada media air terdapat Cu sebesar 77,20% dan Sn sebesar 22,57%, untuk media oli terdapat Cu sebesar 77,75% dan Sn sebesar 22,06%, serta pada media udara terdapat Cu sebesar 76,71% dan terdapat Sn sebesar 23,04%. Bahwa hasil dari pengujian komposisi kimia pada media pendinginan air, oli dan udara tidak mengakibatkan perbedaan yang signifikan walaupun ada perbedaan itu hanya merupakan sebaran hasil dari pengukuran.

3.3. Pengujian Struktur Mikro



Gambar 8 Struktur Mikro Media Pendinginan (a) Air, (b) Oli, (c) Udara

3.3.1. Pembahasan Struktur Mikro

Struktur mikro bilah saron nada 5 (*ma*) dengan variasi media pendinginan air dapat dilihat pada gambar 8 (a). Material ini dibuat melalui proses penempaan (*forging*) dengan temperatur 452°C - 315°C kemudian dilakukan pemanasan kembali dengan temperatur 523°C - 588°C. Setelah melalui proses pemanasan, kemudian material di masukan kedalam air. Sehingga struktur mikro yang terbentuk bulatan besar dan memanjang, dimana fasa yang terbentuk yaitu α yang dikelilingi $\alpha + \epsilon$

Gambar 8 (b) bilah saron yang di dinginkan menggunakan media pendinginan Oli mediteran SAE 40. Material sebelum di masukkan kedalam pendinginan Oli mediteran SAE 40 telah melalui proses penempaan dengan temperatur 425°C - 332°C, kemudian di panaskan dengan temperatur 520°C - 588°C. Struktur mikro yang terlihat tampak bulatan yang lebih besar di bandingkan dengan bilah saron yang di masukkan ke dalam air. Fasa yang terbentuk yaitu α yang di kelilingi $\alpha + \epsilon$. Gambar 4 dan gambar 5 memiliki perbedaan struktur mikro, sehingga dapat mempengaruhi nilai kekerasan material.

Struktur mikro pada bilah saron yang dilakukan pendinginan udara dapat di lihat pada gambar 7 (c). Bentuk struktur mikronya terlihat pecah-pecah dan tak

beraturan, sedangkan fasa yang terbentuk yaitu α dikelilingi $\alpha + \epsilon$. Ukuran butir yang besar memiliki ikatan batas butir yang lebih lemah dibandingkan dengan ukuran butir yang lebih kecil (halus), sehingga semakin halus struktur mikro maka sifat akustik dan mekaniknya semakin baik.

3.4. Pengujian Kekasaran Permukaan

Tabel 3 Hasil Uji Kekasaran permukaan

	Media Air	Media Oli	Media Udara
Nilai Kekasaran (μm)	0,3017	0,3579	0,6732

3.4.1. Pembahasan Pengujian Kekasaran Permukaan

Hasil pengujian kekasaran permukaan bilah saron nada 5 (*ma*) dapat dilihat pada tabel 3, bilah saron yang dilakukan proses pendinginan dengan media air memiliki nilai kekasaran permukaan 0,3017 μm , sedangkan bilah saron yang dilakukan proses pendinginan dengan media oli mediteran SAE 40 memiliki nilai kekasaran permukaan 0,3579 μm dan bilah saron dengan pendinginan udara memiliki nilai kekasaran permukaan 0,6732 μm .

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, bisa diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Pada hasil Setelah dilakukan pengujian komposisi kimia pada bilah saron nada 5 (*ma*) dengan variasi media pendingin menunjukkan perbedaan dimana untuk media pendingin air kandungan Cu sebesar 77,20 % dan Sn sebesar 22,57 %, untuk media pendingin oli kandungan Cu sebesar 77,75 % dan Sn sebesar 22,06 %, untuk media pendingin udara Cu sebesar 76,71 % dan Sn sebesar 23,04 %. Perbedaan kandungan komposisi kimia Cu-Sn dari variasi pendinginan tidak terlalu berbeda jauh, karena penyusun campuran dan sifat - sifatnya masih dapat dibedakan dan benda uji yang bersifat heterogen.
- 2) Hasil uji struktur mikro bilah saron nada 5 (*mo*) dengan media pendinginan air yang terbentuk yaitu bulatan besar dan memanjang, dimana fasa yang

terbentuk α di kelilingi $\alpha\text{-Fe}$ sehingga bersifat liat, supaya ketika saron dimainkan dengan cara di pukul tidak mengalami patah getas, sedangkan bentuk struktur mikro pada bilah saron pada 5 (ma) dengan media pendinginan oli mediteran SAE 40 batas butir terlihat lebih besar, dan pada pendinginan udara terlihat pecah-pecah dan tak beraturan, dapat disimpulkan bahwa waktu pendinginan dan jenis media pendinginan dapat mempengaruhi bentuk struktur mikro.

- 3) Pada pengujian kekerasan Brinnel spesimen dalam pendinginan air, oli, dan udara. Hasil perhitungan kekerasan (BHN) diketahui hasil rata-rata spesimen dengan media pendingin oli nilai BHN tertinggi 214 kg/mm² lebih besar dari spesimen media pendingin air yang memiliki nilai rata-rata 186 kg/mm² dan media pendingin udara memiliki nilai rata-rata 200 kg/mm². Jadi kekerasan material dengan media pendingin air lebih ulet dari spesimen oli dan udara.
- 4) Hasil nilai pengujian kekasaran permukaan dari gamelan saron pada 5 (ma) setelah finishing didapat nilai skala kekasaran N5 sebesar 0,3017 μm pada media pendinginan air, pada media pendinginan oli diperoleh nilai skala kekasaran N5 sebesar 0,3579 μm , serta pada media pendinginan udara diperoleh nilai skala kekasaran N6 sebesar 0,6732.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal antara lain :

- 1) Perlunya dilakukan proses forging terhadap pengecekan ketangguhan retak sebelum proses pengelaran selesai supaya pengelaran selanjutnya dapat maksimal.
- 2) Melakukan penelitian penggunaan metode kuantitatif terhadap pengaruh media pendingin pada pembuatan gamelan gambang.
- 3) Perlunya melakukan penelitian penggunaan pengaruh temperature pengeleman terhadap bunyi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

Scott, David A (Ed.). 1991. *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*. Singapore : The Comission of European Coummunities.

- Tata, Surdia, dan Shinroku Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradya Paramita
- Hastanto, Sri. 2006. *Konsep Pathet dalam Karawitan Jawa*. Departemen Kebudayaan dan Pariwisata Direktorat Jendral Nilai Budaya, Seni dan Film.
- Dewi, Sri dkk. 2009. *Pengaruh Perlakuan Panas dan Media Pendingin pada Paduan Perunggu 80% Cu-20% Sn terhadap Unsur Lelah*. Universitas Udayana.
- Sugita, IKG dkk. 2009. *Pengaruh Proses Forging terhadap Sifat Ketangguhan Retak dan Kekerasan Material Perunggu sebagai Bahan Gamelan*. Universitas Udayana.
- Budoyo, Sony. 2010. *Studi Kuantitatif Urutan Proses Pembuatan Gamelan Peking Pelog Nada 7 (pitu)*. Universitas Sebelas Maret.
- Sugita, IKG. 2012. *Rekayasa Perunggu Silikon sebagai Pengganti Perunggu Timah Putih dengan Variasi Komposisi, Laju Pembekuan dan Proses Anil untuk Mendapatkan Sifat Akustik dan Mekanik yang Lebih Baik*. Universitas Gadjah Mada.
- Supriyono, Ph.D. *Material Teknik*. Surakarta: Muammadiyah University Press, 2017.
- Sugita, IKG, 2007. *Analisa Media Pendingin Pada Proses Pendinginan Perunggu Gamelan Bali*. Universitas Udayana, Bali.
- Choirul Azhar, M. 2014. *Analisa Kekerasan Permukaan Benda Kerja dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong*. Universitas Bengkulu.
- Agung Setyo Darmawan, Masyrukan. 2019. *Struktur dan Sifat Material*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.